

**PENGARUH PENGGUNAAN *GROUND GRANULATED BLAST
FURNACE SLAG* SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN
TERHADAP SIFAT MEKANIS BETON SERAT**

Laporan Tugas Akhir
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh:
OKTAVIANUS OSHAKHRESNA D.
NPM. : 150215988



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
AGUSTUS 2019**

**PENGARUH PENGGUNAAN *GROUND GRANULATED BLAST
FURNACE SLAG* SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN
TERHADAP SIFAT MEKANIS BETON SERAT**

Laporan Tugas Akhir
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh:
OKTAVIANUS OSHAKHRESNA D.
NPM. : 150215988



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
AGUSTUS 2019**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul:

**PENGARUH PENGGUNAAN *GROUND GRANULATED BLAST*
FURNACE SLAG SEBAGAI PENGANTI SEBAGIAN SEMEN
TERHADAP SIFAT MEKANIS BETON SERAT**

Benar - benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide, data hasil penelitian maupun kutipan baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir ini. Apabila terbukti dikemudian hari bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Yogyakarta, 16 Agustus 2019

Yang membuat pernyataan



(Oktavianus Oshakhresna Despriputra)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

**PENGARUH PENGGUNAAN *GROUND GRANULATED BLAST FURNACE SLAG* SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN
TERHADAP SIFAT MEKANIS BETON SERAT**

Oleh :

OKTAVIANUS OSHAKHRESNA D.

NPM. : 150215988

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing

Yogyakarta, 15/8/2019

Pembimbing



(Dinar Gumilang Jati, S.T., M. Eng)

Disahkan oleh :

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



(Ir. A.Y. Harijanto Setiawan, M. Eng., Ph. D.)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

PENGARUH PENGGUNAAN *GROUND GRANULATED BLAST FURNACE SLAG* SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN TERHADAP SIFAT MEKANIS BETON SERAT



Oleh :
OKTAVIANUS OSHAKHRESNA D.
NPM : 150215988

Telah diuji dan disetujui oleh

Nama

Ketua : Dinar Gumilang Jati, S.T., M. Eng.
Sekretaris : Prof. Ir. Yoyong Adfiadi, M. Eng., Ph.D.
Anggota : Angelina Eva Lianisari, S.T., M.T

Tanda Tangan

Tanggal

15/8/2019

16/8/19

16/8-2019

KATA HANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia serta pertolongan yang telah diberikan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik sebagai syarat menyelesaikan pendidikan tinggi Program Strata-1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini tidak mungkin diselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini, antara lain :

1. Ibu Susharjanti Felasari, S.T., M.Sc. CAED., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Bapak Ir. AY. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Bapak Dinar Gumilang Jati, S.T., M. Eng., selaku Dosen Pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu dan sabar dalam membimbing penulis sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
4. Bapak Dr. Ir Junaedi Utomo, M.Eng., selaku koordinator Tugas Akhir bidang peminatan Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta
5. Bapak V. Sukaryantara, selaku Staf Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan yang telah membantu dan memberikan saran selama pengujian Tugas Akhir.

6. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah bersedia mengajarkan ilmu pengetahuan dalam bidang teknik sipil.
7. Kedua orang tua dan saudara yang telah mendukung dan memberikan semangat dalam proses pembuatan Tugas Akhir ini sehingga lancar.
8. *Batching Plan* PT. Holcim yang telah memberikan bantuan material berupa semen dan pasir untuk penelitian Tugas Akhir ini.
9. PT. Krakatau Steel (Persero) Tbk. Indonesia, Cilegon yang telah memberikan saya *ground granulated blast furnace slag* untuk penelitian Tugas Akhir ini.
10. Bapak Fauzan yang telah membantu saya dalam pengambilan material *ground granulated blast furnace slag* dari PT. Krakatau Steel (Persero) Tbk. Indonesia, Cilegon.
11. Sahabat-sahabat terbaik saya Bagas, Henri, Adi Sukma, David, Yulli dari awal perkuliahan hingga fase akhir perkuliahan.
12. Teman-teman Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang sudah meluangkan waktu untuk ikut serta dalam membantu proses pengerjaan Tugas Akhir, yaitu : Andhika, Edi, Sandy, Yulli, Bagas, Willyam, Ellen, Monic, Belino, Santos, Jeffri, Lady.
13. Anggela Liana Utami yang telah membantu saya selama proses pengerjaan Tugas Akhir
14. Teman-teman peminatan Tugas Akhir Struktur, yaitu Gus Adhi, Ratna, Henri, Hugo, Zaki, Arga, David, Pingkan, Andre, Mikael, Adi Sukma yang saling

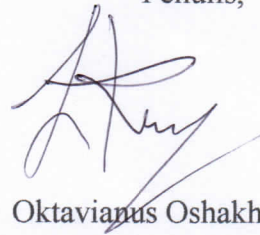
membantu dan memberikan semangat selama proses mengerjakan Tugas Akhir sehingga dapat berjalan dengan lancar.

15. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Yogyakarta, 16 Agustus 2019

Penulis,



Oktavianus Oshakhresna D.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
KATA HANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR PERSAMAAN.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
INTISARI	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Tugas Akhir	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Tugas Akhir	4
1.6 Keaslian Tugas Akhir.....	5
1.7 Lokasi Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Perbedaan <i>Ground Granulated Blast Furnace Slag</i> , <i>Iron Slag</i> dan <i>Steel Slag</i>	6
2.1.1. <i>Ground granulated blast furnace slag</i>	6
2.1.2. <i>Steel Slag</i>	6
2.1.3. <i>Iron slag</i>	7
2.2 Penelitian Beton <i>Ground Granulated Blast Furnace Slag</i>	8
2.3 Penelitian Beton Serabut Kelapa.....	12

BAB III LANDASAN TEORI	15
3.1 Beton	15
3.2 Beton Serat	15
3.3 Material Penyusun Beton	15
3.3.1. Agregat kasar	15
3.3.2. Agregat halus	16
3.3.3. <i>Ordinary portland cement</i>	17
3.3.4. Air	18
3.3.5. <i>Ground granulated blast furnace slag</i>	18
3.3.6. Reaksi hidrasi <i>ground granulated blast furnace slag</i>	19
3.3.7. Serabut kelapa	21
3.3.8. Perlakuan alkali serat serabut kelapa	21
3.4 <i>Setting Time</i>	23
3.5 Kuat Tekan Beton	23
3.6 Modulus Elastisitas Beton	24
3.7 Kuat Tarik Belah Beton	25
3.8 Kuat Tekan Mortar	25
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	26
4.1 Umum	26
4.2 Kerangka Penelitian	27
4.3 Tahap Persiapan	29
4.3.1. Bahan	29
4.3.2. Peralatan	32
4.4 Tahap Pemeriksaan Bahan	37
4.4.1. Pengujian agregat halus	37
4.4.2. Pengujian agregat kasar	43
4.5 Tahap Perlakuan Alkali Serat Serabut Kelapa	47
4.5.1. Pembuatan larutan alkali (NaOH)	47
4.5.2. Perendaman serat serabut kelapa dengan larutan alkali (NaOH)	48
4.6 Tahap Pembuatan Benda Uji	49
4.5.3. Pembuatan <i>Mix Design</i>	50
4.5.4. Pengecoran Benda Uji	51
4.7 Tahap Perawatan Benda Uji	51
4.8 Tahap Pengujian Benda Uji	52
4.7.1. Pengujian Kuat Tekan Beton	52
4.7.2. Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	53
4.7.3. Pengujian Modulus Elastisitas	53
4.9 Tahap Analisis Data	54
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	55
5.1 Pengujian Bahan Campuran Beton	55
5.1.1. Pengujian Agregat Halus	55
5.1.2. Pengujian Agregat Kasar	59

5.1.3	Pengujian <i>ground granulated blast furnace slag</i>	62
5.1.4	Pengujian <i>Setting Time</i>	63
5.2	Kebutuhan Bahan Adukan Beton	69
5.3	Pengujian Beton Segar	70
5.4	Pengujian Sifat Mekanik	72
5.4.1	Pengujian Berat Jenis	72
5.4.2	Pengujian Kuat Tekan	73
5.4.3	Pengujian Kuat Tarik Belah	77
5.4.4	Pengujian Modulus Elastisitas	80
5.4.5	Pengujian kuat tekan mortar	84
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		87
6.1	Kesimpulan	87
6.2	Saran	90
DAFTAR PUSTAKA		92
LAMPIRAN		95

DAFTAR TABEL

No	Nama Tabel	Hal
2.1	Sifat Fisik <i>Ground Granulated Blast Furnace Slag</i>	6
2.2	Karakteristik dan Metode Tes Beton Segar pada SCC	7
3.1	Gradasi Saringan Ideal Agregat Kasar	16
3.2	Batas-Batas Gradasi Agregat Halus	17
3.3	Kandungan Kimia <i>Ground Granulated Blast Furnace Slag</i>	18
4.1	Variasi Benda Uji	49
5.1	Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	56
5.2	Hubungan Warna Larutan dengan Kandungan Zat Organik	57
5.3	Hasil Pemeriksaan Kandungan Lumpur Agregat Halus	58
5.4	Hasil Pengujian Keausan Batu Kerikil	60
5.5	Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	60
5.6	Hasil Pengujian Berat Jenis <i>Ground Granulated Blast Furnace Slag</i>	62
5.7	Hasil Pengujian Kandungan Kimia GGBFS	63
5.8	Hasil Uji <i>Setting Time</i>	64
5.9	Proporsi Campuran Adukan Beton untuk Setiap Variasi Per 1 m ³	69
5.10	Hasil Pengujian Nilai <i>Slump</i>	70
5.11	Hasil Pengujian Berat Jenis Beton	72
5.12	Berat Jenis Beton dan Pemakaiannya	72
5.13	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Pada Umur 7 Hari	74
5.14	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Pada Umur 14 Hari	74
5.15	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Pada Umur 28 Hari	75
5.16	Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton Pada Umur 28 Hari	78
5.17	Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Pada Umur 7 Hari	81
5.18	Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Pada Umur 14 Hari	81

No	Nama Tabel	Hal
5.19	Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Pada Umur 28 Hari	82
5.20	Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar Pada Umur 28 Hari	85



DAFTAR GAMBAR

No	Nama Gambar	Hal
2.1	Diagram proses produksi <i>Iron Slag</i>	8
3.1	Model: hidrasi awal (a) dan jangka panjang (b)	20
3.2	Serat serabut kelapa (a) Sebelum Alkalisasi dan (b) Sesudah Alkalisasi	22
4.1	Bagan Alur Penelitian	28
4.2	Semen OPC Holcim	29
4.3	Pasir dari Sungai Progo	30
4.4	Kerikil dari Clereng	30
4.5	<i>Ground granulated blast furnace slag</i>	31
4.6	Serabut Kelapa	31
4.7	NaOH	32
4.8	<i>Aquades</i> (Akuades)	32
4.9	<i>Concrete Mixer</i>	33
4.10	Kerucut <i>Abrams</i>	33
4.11	<i>Vertical cylinder capping</i>	34
4.12	<i>Vicat</i>	34
4.13	Kaliper	35
4.14	<i>Compression Testing Machine</i>	35
4.15	Mesin <i>Los Angeles Abrasion</i> dan Bola Baja	36
4.16	<i>Universal Testing Machine</i> (UTM)	36
5.1	Grafik Uji <i>Setting Time</i> Sampel 100% Semen	66
5.2	Grafik Uji <i>Setting Time</i> Sampel 80% semen dan 20% GGBFS	66
5.3	Grafik Uji <i>Setting Time</i> Sampel 60% semen dan 40% GGBFS	67
5.4	Grafik Uji <i>Setting Time</i> Sampel 40% semen dan 60% GGBFS	67
5.5	Grafik Perbandingan <i>Setting Time</i> tiap Sampel	68
5.6	Hasil Pengujian Nilai Slump Beton	71
5.7	Grafik Hasil Kuat Tekan Beton Umur 7 hari	76
5.8	Grafik Hasil Kuat Tekan Beton Umur 14 hari	77

No	Nama Gambar	Hal
5.9	Grafik Hasil Kuat Tekan Beton Umur 28 hari	77
5.10	Grafik Hasil Kuat Tarik Beton Umur 28 hari	79
5.11	Grafik Hasil Modulus Elastisitas Beton Umur 7 hari	83
5.12	Grafik Hasil Modulus Elastisitas Beton Umur 14 hari	84
5.13	Grafik Hasil Modulus Elastisitas Beton Umur 28 hari	84



DAFTAR PERSAMAAN

No	Nama Persamaan	Hal
3-1	Kuat Tekan	24
3-2	Modulus Elastisitas	24
3-3	Kuat Tarik Belah	25
3-4	Kuat Tekan Mortar	25
4-1	Kandungan Lumpur	38
4-2	Berat Jenis Agregat Halus	41
4-3	Berat Jenis SSD Agregat Halus	41
4-4	Berat Jenis Semu Agregat Halus	41
4-5	Modulus Halus Butir Agregat Halus	42
4-6	Berat Jenis Agregat Kasar	44
4-7	Berat Jenis SSD Agregat Kasar	44
4-8	Berat Jenis Semu Agregat Kasar	44
4-9	Molaritas Larutan Alkali	47
5-1	Kandungan lumpur	58
5-2	Berat Jenis <i>Ground Granulated Blast Furnace Slag</i>	62

DAFTAR LAMPIRAN

Nama Lampiran	Hal
Lampiran	95
Pengujian Kandungan Lumpur Pasir	96
Pengujian Zat Organik Pasir	97
Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Pasir	98
Pengujian Analisis Saringan Pasir	99
Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Kerikil	100
Pengujian Berat Isi Kering Kerikil	101
Pengujian Analisis Saringan Kerikil	102
Pengujian Keausan Kerikil	103
Pengujian Berat Jenis <i>Ground Granulated Blast Furnace Slag</i>	104
Pengujian Kandungan Kimia <i>Ground Granulated Blast Furnace Slag</i> Di Instipr Yogyakarta	105
Rencana Adukan Beton (Sni 03-2834-2000)	106
Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton	111
Pengujian Kuat Tarik Belah Silinder Beton	113
Pengujian Modulus Elastisitas Silinder Beton	114
Pengujian Kuat Tekan Mortar	168
Dokumentasi	169

INTISARI

PENGARUH PENGGUNAAN GROUND GRANULATED BLAST FURNACE SLAG SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN TERHADAP SIFAT MEKANIS BETON SERAT, Oktavianus Oshakhresna Despriputra., NPM 150215988 Tahun 2019, Bidang Peminatan Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Ground Graanulated Blast Furnace Slag adalah produk sampingan dari *blast furnace* yang digunakan untuk membuat baja. Dengan semakin banyaknya jumlah industri baja di Indonesia berdampak negatif bagi lingkungan, karena berpotensi menghasilkan limbah yang dapat dikategorikan sebagai limbah B3. *Ground Graanulated Blast Furnace Slag* diperoleh dengan memadamkan lelehan terak baja dari *blast furnace* dalam air atau uap, keringkan dan digiling menjadi bubuk halus yang memiliki permukaan spesifik sekitar 400 hingga 600 m² / kg. Penggilingan terak pasir dilakukan dalam *ball mill* yang berputar.

Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm sebanyak 48 buah digunakan untuk pengujian kuat tekan, kuat tarik, dan modulus elastisitas beton, serta benda uji berbentuk kubus dengan ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm sebanyak 4 buah yang digunakan untuk pengujian kuat tekan mortar. Penelitian ini dilakukan dengan variasi spesimen sebagai berikut : BNS, BSG 20, BSG 40, dan BSG 60, dengan substitusi *ground granulated blast furnace slag* sebagai pengganti sebagian semen masing-masing sebesar 0%, 20%, 40%, dan 60%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan optimum beton serat terjadi pada variasi BSG 40 pada umur beton 7, 14, 28 hari yaitu masing-masing sebesar $f_c' = 26.06, 36.51, 40.36$ MPa dibandingkan dengan beton serat normal sebesar $f_c' = 21.71, 29.81, 33.73$. Untuk kuat tarik beton serat optimum terjadi pada variasi BSG 40 yaitu sebesar $f_{ct} = 3.89$ MPa dibandingkan dengan beton serat normal sebesar $f_{ct} = 2.62$ MPa. Sedangkan untuk modulus elastisitas beton optimum pada umur 7, 14, dan 28 hari masing-masing terjadi pada beton BSG 40 yaitu sebesar 24277.79, 25361.26, 29529.34 MPa dibandingkan dengan beton serat normal yakni masing-masing pada umur beton 7,14,28 hari sebesar 20958.79, 22686.65, 23690.9 MPa. Hasil pengujian kuat tekan mortar dengan umur mortar 28 hari optimum pada variasi BSG 40 yakni sebesar 30.58 MPa dengan beton serat normal sebesar 23.83 MPa.

Kata Kunci : *ground granulated blast furnace slag*, kuat tekan beton, kuat tarik beton, modulus elastisitas beton, kuat tekan mortar.